



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

AMBULANSSIN VÄLISEINÄN SUUNNITTELU

TEKIJÄ: Henry Blom

| | |
|---|----------------------------|
| Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala | |
| Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma | |
| Työn tekijä(t) Henry Blom | |
| Työn nimi Ambulanssin väliseinän suunnittelu | |
| Päiväys 10.4.2014 | Sivumäärä/Liitteet 31+5 |
| Ohjaaja(t) päätoiminen tuntiopettaja Tatu Westerholm, yliopettaja Esa Hietikko | |
| Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) J5L-Production Oy / suunnittelupäällikkö Juha Repo | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitella ambulanssin väliseinä. Työ tehtiin osana iisalmelaisen J5L-Production Oy:n tuotekehitysprojektia. Työn tavoitteena oli suunnitella toimiva ja mahdollisimman hyvin asiakkaan toiveita vastaava tuote.</p> <p>Työn pohjana käytettiin asiakkaan asettamia vaatimuksia ja yrityksen tekemää layout-suunnitelmaan. Työn alussa esiteltiin tuotekehitysprosessin vaiheet sisältöineen ja suunnittelussa huomioitavat viranomaismääräykset. Seuraavaksi siirryttiin suunnitteluvaiheeseen, joka alkoi luonnostelulla. Suunnittelun aikana valittiin käytettävät materiaalit ja tehtiin päätökset lopullisesta rakenteesta. Vaadittujen lujuusominaisuuksien varmistamiseksi tehtiin osalle rakenteista lujuustarkastelu.</p> <p>Työn tuloksena saatiin 3D-mallit ja valmistuspiirustukset, joiden mukaan suunniteltu tuote pystytään valmistamaan. Lopputulos täyttää asetetut asiakas- ja viranomaismääräykset.</p> | |
| Avainsanat ambulanssi, tuotekehitys, suunnittelu | |
| julkinen | |

| | | | |
|---|----------------|------------------|------|
| Field of Study Technology, Communication and Transport | | | |
| Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering | | | |
| Author(s) Henry Blom | | | |
| Title of Thesis Designing Ambulance Partition | | | |
| Date | 10 April, 2014 | Pages/Appendices | 31+5 |
| Supervisor(s) Mr Tatu Westerholm, Fulltime Teacher; Mr Esa Hietikko, Principal Lecturer | | | |
| Client Organisation /Partners J5L-Production Oy / Mr Juha Repo, Planning Manager | | | |
| <p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to design an ambulance partition. The main purpose of the partition is to separate the front and rear side. Another function is to work as an attachment point to medical equipment. The purpose was to make 3D models and drawings for product manufacturing. Designing the partition was part of the new product development project of J5L-Production Oy.</p> <p>The product development process and its stages were presented at the beginning of this thesis. The work was started by studying to customer standards and preliminary layout design. The next step was to start sketching which serves as basis of 3D design. Materials and the final shape of partitions were decided while doing 3D modeling. During the sketching and design process attention had to be paid to many safety regulations. Finally the frame was tested by FE analysis.</p> <p>The results of this work were the 3D models and manufacturing drawings. Successful FE analysis confirms that the structure meets the requirements and manufacture of the product can be started.</p> | | | |
| Keywords ambulance, product development, design, partition public | | | |

SISÄLTÖ

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 6 |
| 2 | ERIKOISAJONEUVOT | 7 |
| 3 | TUOTEKEHITYS..... | 8 |
| 3.1 | Tuotekehitys ja sen tavoitteet..... | 8 |
| 3.2 | Tuotekehityksen vaiheet..... | 8 |
| 3.2.1 | Käynnistäminen | 9 |
| 3.2.2 | Luonnostelu..... | 9 |
| 3.2.3 | Suunnittelu | 9 |
| 3.2.4 | Viimeistely | 10 |
| 4 | LÄHTÖTIEDOT JA TAVOITTEET | 11 |
| 4.1 | SFS-EN 1789 + A1 standardi | 11 |
| 4.2 | Direktiivit..... | 11 |
| 4.3 | Vaatimukset | 12 |
| 4.4 | Materiaalit | 12 |
| 5 | SUUNNITTELU | 13 |
| 5.1 | Koroke | 14 |
| 5.2 | Runko | 15 |
| 5.2.1 | Eturunko | 15 |
| 5.2.2 | Takarunko | 16 |
| 5.3 | Kiinnitykset..... | 18 |
| 5.4 | Lujuustarkastelu | 21 |
| 5.5 | Verhoilu | 25 |
| 5.6 | Lämmitys | 28 |
| 5.7 | Viimeistely..... | 29 |
| 6 | YHTEENVETO..... | 30 |
| | LÄHTEET | 31 |
| | LIITE 1: VAATIMUSLUETTELO | 32 |
| | LIITE 2: LEIKKAUSJÄNNITYSTEN LASKEMINEN..... | 33 |
| | LIITE 3: KOROKKEEN VALMISTUSPIIRUSTUS | 34 |
| | LIITE 4: ETURUNGON HITSAUSKOKOONPANO..... | 35 |

LIITE 5: TAKARUNGON HITSAUSKOKOONPANO..... 36

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on suunnitella ambulanssin väliseinä. Työn aihe saatiin iisalmelaisesta erikoisajoneuvoja valmistavasta J5L-Production Oy:stä. Väliseinän suunnittelu on osa yrityksen tuotekehitysprojektia, jonka tarkoituksena on kehittää uusi ambulanssimalli. Tavoitteena on suunnitella ohjaamon ja hoitotilan välillä toimiva väliseinäratkaisu, joka toimii samalla kiinnitysalustana tarvittaville varusteille. Suunniteltavalle rakenteelle vaatimuksia asettavat mm. käytettävyys, turvallisuus, asiakasvaatimukset ja viranomaismääräykset. Apuna suunnittelussa käytetään auton korista olemassa olevia 3D-malleja ja valokuvia vanhojen automallien rakenneratkaisuista. Työn tarkoituksena on tehdä 3D-mallit ja valmistuspiirustukset myöhempää tuotantoa varten.

2 ERIKOISAJONEUVOT

Erikoisajoneuvot ovat oma ryhmänsä ajoneuvoteollisuudessa. Erikoisajoneuvoja tarvitaan monilla toimialoilla, joissa vaaditaan spesifioituja ominaisuuksia erikoisten tehtävien takia. Erikoisajoneuvoja voidaan valmistaa alusta asti suoraan haluttuun käyttötarkoitukseen tai varustaa tarvittava kokonaisuus yleiseen käyttöön tarkoitetusta ajoneuvosta. Tunnetuimpia erikoisajoneuvoja ovat valtiollisissa tehtävissä toimivat ambulanssit sekä poliisi- ja paloautot.

Pelastusajoneuvojen ryhmittely perustuu käyttötarkoituksen mukaan ja tarkentuu annettujen asetusten mukaan. Sisäministeriö on säätänyt asetukset, jotka kieltävät pelastustoimen ajoneuvojen värien ja tunnusten käytön muissa ajoneuvoissa. Liikenne ja viestintäministeriön asetuksella säädetään äänimerkkilaitteistoa ja merkki- ja varoitusvalaistuslaitteistoa koskevat määräykset. Autoverolaissa voidaan erikoisajoneuville säätää täydellinen verovapautus tai osittainen verohelpotus. Ambulanssien tarkemmasta luokittelusta vastaa sosiaali- ja terveysministeriö omilla asetuksillaan. Jako erilaisiin alaluokkiin määräytyy käyttötarkoituksen mukaan. Esimerkiksi tämän opinnäytetyön aiheeseen liittyvät tieliikenneambulanssit jaetaan seuraaviin luokkiin: luokka A: potilaankuljetusambulanssi, B: hoitoambulanssi ja C tehohoitoambulanssi. (SFS-EN 1789 + A1 2010, 12; Trafi 2013.)

3 TUOTEKEHITYS

3.1 Tuotekehitys ja sen tavoitteet

Tuotekehitys on monivaiheinen prosessi, jonka tarkoituksena on etsiä, synnyttää, valita ja kehittää uusia tuotteita sekä karsia kilpailukykynsä menettäneitä. Tuotekehitystä tehdään myös jatkuvasti jo olemassa olevien tuotteiden ominaisuuksien ja valmistuskustannuksien parantamiseksi. Nykyään tuotekehitysprojektit ovat linkittyneet laajasti yrityksen muihin toimintoihin, minkä takia usein puhutaankin innovaatioprosessista tai innovaatiotoiminnasta. Tuotekehitysprojekti on osa tuotekehitysprosessia ja sitä rajatumpi yhtä tuotetta tai palvelua koskeva kokonaisuus, jossa on asetettu tietyt tavoitteet, resurssit ja aikataulu. Projektin yksilöllisemmän luonteen takia se ei ole osa yrityksen jatkuvasta toiminnasta. (Hietikko 2008, 15 - 45; Wemberg 2001, 7 - 12.)

Onnistunut tuotekehitys on yksi tärkeimpiä edellytyksiä yrityksen menestymisen kannalta. Jatkuva kehitys vaaditaan monien muuttuvien markkinatekijöiden, kuten kilpailun, tuotteiden vanhenemisen ja asiakastarpeiden huomioimiseen. Uusien tuotteiden kehityksen kannalta tärkeimpinä keinoina uusien ideoiden löytymiselle on asiantunteva henkilöstö, jolla on kykyä luovaan ongelmanratkaisuun ja ideointiin. Tehokkaan tuotekehityksen takaamiseksi on siinä toimivan organisaation tunnettava ja hyödynnettävä tehokkaasti uusimpia materiaaleja ja valmistusmenetelmiä. Apuna suunnittelussa voidaan käyttää erilaisia mittauksia ja ohjelmistoja, joilla pystytään simuloimaan tuotteen toimintaa käyttötilanteessa. (Hietikko 2008, 15 - 45; Wemberg 2001, 7 - 12.)

Nykyisin tuotekehitysprosessit ovat muuttuneet entistä kalliimmiksi, samalla kun itse tuotteiden elinkaaret ovat lyhentyneet heikentäen tuottavuutta. Lyhentyneet elinkaaret aiheuttavat myös paineita tuotekehitysprojektin nopeuttamiseksi. Suunnittelun vaikutus tuotteen lopullisiin valmistuskustannuksiin on n. 80 %. Tuotekehityksessä onkin pyrittävä resurssien tehokkaaseen hyödyntämiseen kaikilla toiminnan osa-alueilla. Onnistuneen tuotekehitysprojektin tuloksena syntyy markkinoilla menestyvä palvelu tai tuote, joka vastaa alussa asetettuja tavoitteita. (Hietikko 2008, 15 - 45; Wemberg 2001, 7 - 12.)

3.2 Tuotekehityksen vaiheet

Tuotekehitysprosessi jaetaan yleensä neljään päävaiheeseen, jotka ovat käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely. Tuotekehityksen eri vaiheet toteutetaan henkilöryhmien välillä organisaation koon mukaan. Pienissä organisaatioissa etuna on tehokas tiedonsiirto, joka tapahtuu henkilöiden siirtyessä paikasta toiseen. Tuotekehitysprojekti alkaa yleisten projektijärjestelyjen tapaan projektin asettamisella, jossa määritellään lähtökohdat, raja-alue ja tavoite. (Wemberg 2001, 13 - 22.)

3.2.1 Käynnistäminen

Tuotekehitysprojektin ensimmäisessä vaiheessa eli käynnistyksessä tehdään selvitykset asiakastarpeesta, kannattavuudesta, kehityskustannuksista sekä tuotteen terveys- ja ympäristövaikutuksista. Selvityksen perusteella saatujen tulosten pohjalta tehdään lopullinen päätös projektin aloittamisesta. Aloittamispäätöksen synnyttyä määritellään projektin jatkoon kannalta tärkeät tiedot, kuten tavoitteet ja reunaehdot. Nämä jo alkuvaiheessa tehtävät päätökset vaikuttavat suurelta osin lopputulokseen ja muissa vaiheissa tehtäviin valintoihin. Käynnistysvaiheen tuloksena syntyy vaatimuslista, johon on kirjattu kiinteät ja vähimmäisvaatimukset sekä mahdolliset toiveet. (Wemberg 2001, 13 - 22.)

3.2.2 Luonnostelu

Luonnosteluvaihe aloitetaan analysoimalla tuotteelle asetettuja vaatimuksia ja tavoitteita. Mahdollisten ratkaisujen löytämiseksi käytetään ideointimenetelmiä, kuten aivoriihtä jossa esitetään lyhyitä ideoita tuotteeseen liittyviä. Aivoriihen tarkoituksen on löytää ratkaisuja, jotka mahdollistavat uusien innovaatioiden syntymisen. Aivoriihessä aikaansaatuja ideoiden kehitystä jatketaan nopealla luonnosten piirtämisellä, joka tehdään yleensä käsin. Luonnosten pohjalta valitaan parhaat osatoiminnot, jotka vastaavat tuotteelta haluttuja ominaisuuksia. Yksittäisiä osatoimintoja yhdistelemällä pyritään löytämään ratkaisuja parhaan kokonaistoiminnon aikaansaamiseksi. Syntyneistä kokonaisratkaisuksista valitaan parhaat kriteereinä vaatimuslistaan kirjatut tavoitteet. Luonnostelun viimeisessä vaiheessa valitut ideat kehitetään konkreettisiksi luonnoksiksi, joiden perusteella pystytään tekemään teknis-taloudellinen arvostelu. Huolellisen päätöksenteon tuloksena tehdään lopullinen päätös tuotteen kokonaistrakenteesta. (Hietikko 2008, 41 - 45; Wemberg 2001, 13 - 22.)

3.2.3 Suunnittelu

Suunnitteluvaiheen perustana käytetään luonnosteluvaiheessa valittua rakenneratkaisua, jonka kehitys aloitetaan laatimalla suuntaa antava kokoonpanoluonnos. Alkuvaiheessa keskitytään löytämään myös rakennetta koskevat heikkoudet ja niihin parempia vaihtoehtoisia ratkaisuja. Yleisimmin valinnat keskittyvät tuotteen geometriaan sekä käytettäviin materiaaleihin, komponentteihin, ja valmistusmenetelmiin. Lopullisen detaljisuunnittelun aikana tehtävien rakenneratkaisujen analysoimiseksi voidaan käyttää erilaisia laboratoriomittauksia niin kustannusten kuin asiakastarpeidenkin optimoimisen osalta.

Suunnitteluvaiheen aikana tuotteesta voidaan valmistaa sitä mukaileva prototyyppi, joka voi olla nykyään myös tietokone- tai pienoismalli. Prototyypin avulla pystytään testaamaan mahdollisia valmistukseen ja toimintaan liittyviä ongelmia ennen täysimittaisen valmistuksen käynnistämistä. Ongelmat, jotka liittyvät valmistukseen, ovat yleensä vältettävissä hankkimalla tarvittavat työkalut, laitteet ja henkilöstöosaaminen. Ennen siirtymistä viimeistelyvaiheeseen on varmistettava, että tuote on valmistettavissa riittävän edullisin kustannuksin. Osana tulevaa myyntiä varten tehdään tarvittava markkinointisuunnitelma. (Hietikko 2008, 41 - 45; Wemberg 2001, 13 - 22.)

3.2.4 Viimeistely

Viimeistelyvaiheessa tehtävän tuotteen valmistussuunnitelman yhteydessä tehdään lopulliset päätökset käyttävistä materiaaleista, toleransseista, pintakäsittelystä ja valmistusmenetelmistä. Viimeistelyn tärkeimpänä tehtävänä on valmistaa tuotannossa tarvittavat työpiirustukset sekä laatia käyttövaiheessa tarvittavat asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet. Käyttöturvallisuuden ja asiakastyytyväisyyden takaamiseksi tuotteelle määritellään valmistuksessa käytettävät laadun kriteerit. Valmistettavalle tuotteelle tehdään vaadittavat selvitykset erilaisista ympäristövaikutuksista. Viimeistään tässä vaiheessa voidaan käynnistää tuotteen markkinointi ja myynti ennakkotilausten muodossa. (Wemberg 2001, 13 - 22.)

4 LÄHTÖTIEDOT JA TAVOITTEET

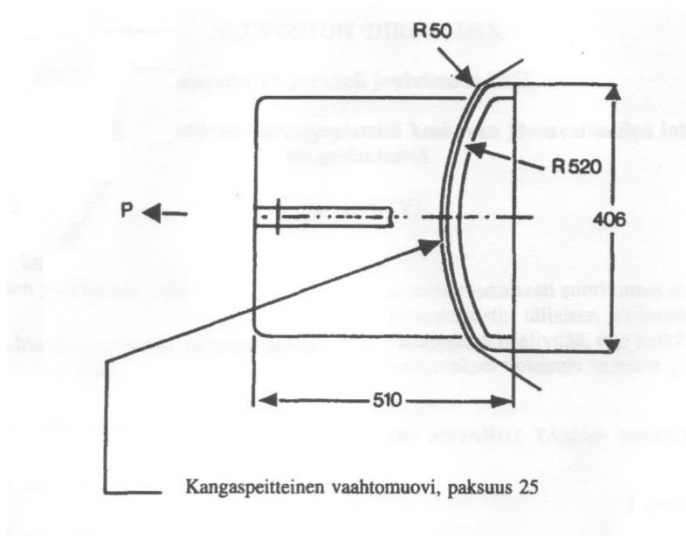
4.1 SFS-EN 1789 + A1 standardi

Väliseinän suunnitteluun sovelletaan lääkinnällisten ajoneuvojen standardia SFS-EN 1789 + A1, jossa määritellään turvallisuutta ja rakenteellisia muutoksia koskevat vaatimukset ja mittaukset. Standardissa asetettuja määräyksiä käytetään väliseinän suunnittelussa ohjeellisesti, koska määräykset eivät ole pakollisia ajoneuvon rekisteröinnin tai käytön kannalta. Myöskään asiakkaan vaatimukset eivät noudata standardia.

4.2 Direktiivit

Osana ajoneuvon tulevaa rekisteröintiä täytyy asennettaville lisäistuimille turvavöineen suorittaa hyväksyttävästi direktiivien mukainen kuormituskoe. Kokeen tarkoituksena on varmistaa kiinnityksessä käytettyjen tukirakenteiden riittävä kestävyys. Käytettävät turvavyöt ovat malliltaan normaaleja 3-pistevoitaita, joille tarvitaan m1-luokan kestävyysluokitus. Penkin runkorakenteeseen tehtävien turvavyön kiinnityspisteiden on sijaittava Neuvoston direktiivissä 76/115/ETY määritetyllä tavalla.

Asetuksen mukaan koe suoritetaan penkin ja turvavyön ollessa kiinnitettyinä auton runkoon, käyttöä noudattavalla tavalla. Kokeessa turvavyö kiinnitetään testilaitteiston vetosylintereihin erillisten vetolaitteiden avulla. Muodoltaan kaarevat vetolaitteet on päällystetty kankaalla ja vaahtomuovilla kuvio 1. Testaustilanteessa vetolaitteet asennetaan siten, että ne kohdistavat voiman lantion- ja rintakehän ylittävään vyönlenkkiin. Kokeen aikainen vetovoima suuntautuu eteenpäin $10^{\circ} \pm 5^{\circ}$ kulmassa vaakatasosta ylöspäin ajoneuvon pituussuuntaisen keskiviivan suuntaisesti. Vöiden kiinnityspisteiden on kestävä 0,2 s ajan käytettävä kuormitus, joka on $450 \text{ kg/vyö} + 6.6 \times \text{penkin ja sen rungon yhteinen massa}$. Läpäistyn testin tuloksena saadaan rakenteen käytön salliva todistus.



KUVIO 1. Vetolaitte (Neuvoston direktiivi VI 76/115/ETY.)

4.3 Vaatimukset

Työlle asetetut vaatimukset määräytyvät suurelta osin varusteiden, käytettävyyden ja asiakasvaatimusten mukaan. Väliseinän kannalta keskeisimmät huomioitavat varusteet ovat kantotuoli, klaffipenkki, ilmapatja, vaahtosammutin ja lämmittimet. Varusteet ja niiden tilantarve vaikuttavat tehtävään suunnittelutyöhön ja auton kokonaisrakenteeseen. Käytettävyyden mukaan seinään sijoitettavat ovi ja ikkuna rajaavat oman osansa pois käytettävissä olevasta suunnitteluvapaudesta. Tärkeimpänä vaatimuksena on täyttää viranomaismääräykset, jotka määrittelevät tieliikennekäytön sallimisen. Toimeksiantajayrityksen tavoitteena on saada opinnäytetyön tuloksena suunnitelma, jota pystytään hyödyntämään ajoneuvon valmistuksessa.

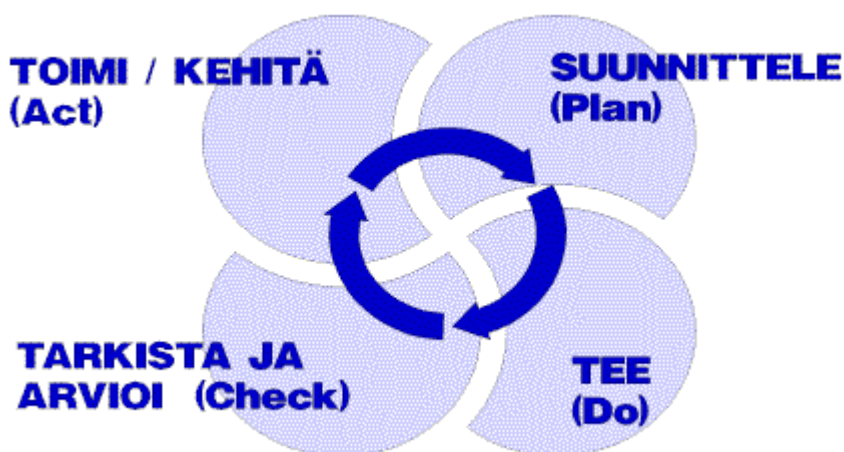
4.4 Materiaalit

Työssä käytettävät materiaalit valitaan tarvittavien ominaisuuksien mukaan. Teräsrakenteissa pyritään optimoimaan tarvittava lujuus sekä materiaalin tarve. Rakenteet eivät saa myöskään olla tarpeettoman raskaita vaikuttaen negatiivisesti ajoneuvon kantokykyyn. Seinän pintamateriaalin valintaan vaikuttavat valmistettavuus, paino ja pinnan puhtaana pidettävyys.

5 SUUNNITTELU

Perusrakenteen alustava suunnittelu aloitettiin yrityksen tekemän layout-suunnitelman pohjalta. Huomioitavia reunaehtoja suunniteltavalle kokonaisuudelle asettivat asiakkaan vaatimukset ja erinäiset viranomaismääräykset, joiden pohjalta tehtiin vaatimusluettelo liite 1. Mahdollisuuksien mukaan apuna käytettiin valokuvia vanhojen ajoneuvomallien väliseinäratkaisuksista. Suunnittelussa käytettiin SolidWorks 3D-mallinnusohjelmaa.

Suurin osa työstä sisälsi suunnittelu- ja tuotekehitystyötä, joka noudatti pääpiirteittään tilastotieteilijä William Demingin kehittämää PDCA-sykliä kuva 1. Ensimmäisessä vaiheessa ideoitiin karkealla tasolla mahdollisia rakenteita ja toteutustapoja halutun lopputuloksen saavuttamiseksi. Seuraavaksi siirryttiin tekemisvaiheeseen, jossa mallinnettiin suunnitelmien mukaiset kokonaisuudet ja sijoitettiin ne osaksi kokonaisrakennetta. Tarkistusvaiheessa tehtyjä malleja tarkasteltiin osana kokonaisrakennetta, jolloin pystyttiin arvioimaan mahdollisia ongelmia ja muutos tarpeita esimerkiksi sopivuuden ja käytettävyyden kannalta. Tarkistus vaiheet tapahtuivat yhteistyössä toimeksiantajan kanssa, jolloin pystyttiin seuraamaan myös projektin etenemistä. Havaittujen ongelmien poistamiseksi siirryttiin kehittämään ongelmiin sopivia ratkaisuja. Työn kehitystä jatkettiin syklin mukaisessa järjestyksessä, kunnes päästiin vaatimuksia vastaavaan lopputulokseen.



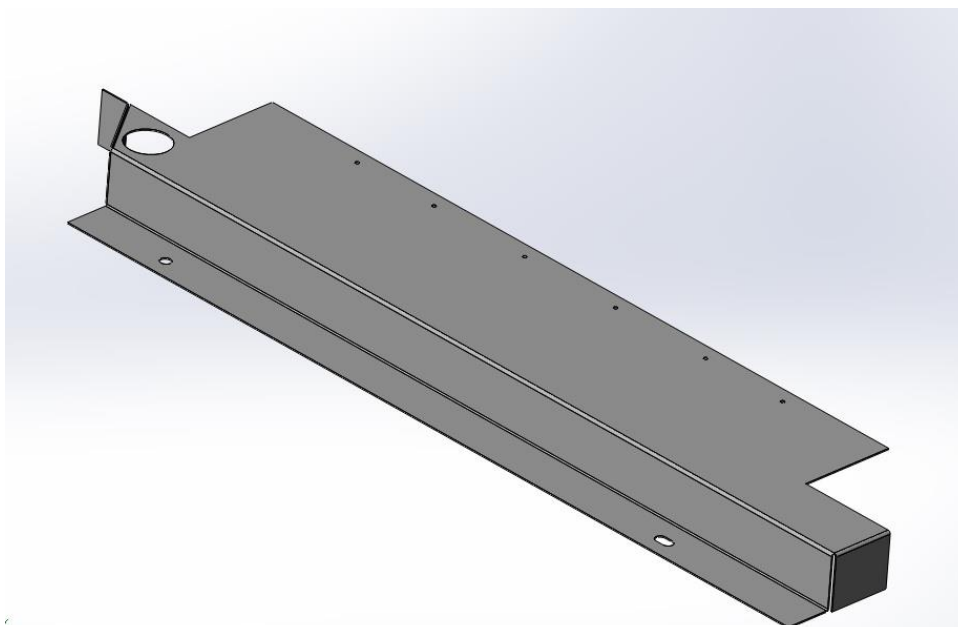
KUVA 1. Demingin jatkuvan kehityksen ympyrä (Seppo Helakorpi.)

5.1 Koroke

Väliseinän sijainti auton perästä on n. 3200 mm, jolloin sen runko joudutaan asentamaan takatilan lattian päälle. Ohjaamon ja takatilan lattioiden korkeusero on n. 90 mm, minkä vuoksi jouduttiin eturungon alle suunnittelemaan erillinen koroke tasaisen lattian aikaansaamiseksi seinän molemmin puolin. Koroke erottaa myös väliseinän hoitotilanlattiapinnasta, mikä helpottaa työskentelyä kokoonpanovaiheessa. Koroke voidaan asentaa paikoilleen heti muutostöiden alkuvaiheessa, jolloin hoitotilan puolelle asennettava lattiapinta ja väliseinän runko voidaan asentaa toisistaan riippumattomina kokonaisuuksina. Koroke toimii myös osana modulaarista rakennetta, jolloin samaa perusrunkoa pystytään käyttämään eri korimalleissa, jotka eroavat toisistaan sisäkorkeuden osalta. Ensimmäisten suunnitelmien mukaan runko oli tarkoitus mitoittaa sopivaksi lähtötietona käytetyn auton 3D-malliin. Tällä ratkaisulla mahdollisten myöhempien autotilausten yhteydessä olisi koko väliseinän runkoa jouduttu muokkaamaan. Suunnitellulla toteutustavalla kokonaiskorkeus pystytään mitoittamaan kulloisenkin tarpeen mukaan pelkkää korokkeen korkeutta muuttamalla.

Korokkeen suunnittelun lähtökohtana käytettiin toisen automallin vastaavaa koroketta. Suunnittelu aloitettiin mitoittamalla korkeus suurimman lattiapintojen välisen erotuksen mukaan. Korokkeen syvyys määräytyi väliseinän ja ohjaamon lattian välisen etäisyyden perusteella. Tarvittava leveys ja muoto kopioitiin seinän profiiliin mukaisiksi. Suunnittelun loppuvaiheessa korokkeen oikeaan reunaan jouduttiin kuitenkin tekemään muutoksia, koska varusteisiin kuuluva vaahtosammutin päätettiin sijoittaa tälle kohtaa. Sammuttimen pojan tukemiseksi korokkeen oikeaa etureunaa jatkettiin suoralla linjalla väliseinän reunaan asti (kuva 2). Lopuksi mittojen mukaan suunniteltuun malliin lisättiin molemmin puolin materiaalia, jolloin koroke pystytään kiinnittämään auton lattiaan. Kiinnityspisteiden valinnassa käytettiin mahdollisuuksien mukaan lattiassa valmiina olevia reikiä.

Korokkeen yläpinnan päähän tehtiin myös läpivientireikä jolloin alapuolelle jäävää tyhjää tilaa pystytään hyödyntämään johdotusten kuljetuksessa auton sivuttaissuunnassa. Suunniteltu koroke (kuva 2) valmistetaan särmäämällä 2,5 mm:n alumiinisesta riisipelistä.



KUVA 2. Koroke.

5.2 Runko

Väliseinän perustana toimii teräsputkista hitsattu runko, johon kiinnitetään vaadittavat varusteet ja seinän sisään tulevat laitteet. Runko pyrittiin suunnittelemaan siten, että rakenne olisi mahdollisimman yksinkertainen sisältäen kuitenkin tarvittavat kiinnityspisteet ja lujuusvaatimukset. Runkorakenteesta täytyi suunnitella kaksiosainen hoitotilan layout-suunnitelman perusteella.

5.2.1 Eturunko

Eturunko toimii väliseinän runkona, johon kiinnitetään myös tarvittavat varusteet ja laitteet. Suunnittelu aloitettiin mitoittamalla rungon kehä sopivaksi auton korin sisämittoihin huomioiden käytettävä koroke. Asennuksen helpottamiseksi ja sopivuuden varmistamiseksi kehän ja rungon väliin jätettiin välystä.

Suunnittelua jatkettiin lisäämällä kehään runkoputket, jotka rajaavat seinään tulevien oven ja ikkunan paikat. Oven paikka määrittyi hoitotilan puolelle tulevien varusteiden mukaan. Vasemmassa reunassa rajaavana tekijänä oli seinän viereen sijoitettava kaappi, jonka leveys on n. 650 mm. Oikeanpuoleinen reuna sijoitettiin ovelle haluttavan leveyden mukaan. Alussa oven leveydeksi asetettiin 450 mm, joka osoittautui riittäväksi esteettömän liikkumisen kannalta. Ikkunan sijoittelussa pinta-ala pyrittiin saamaan mahdollisimman suureksi, millä parannetaan kuljettajan mahdollisuutta nähdä auton sivulle sivuoven ikkunasta. Ikkunan minimi korkeus lattiasta määräytyi kantotuolin selkänojan korkeuden perusteella n. 1 120 mm:iin.

Layout-suunnitelman mukaan hoitotilan puolelle kiinnitetään erinäisiä varusteita ja laitteita, joiden kiinnittämiseksi runkoon lisättiin materiaalia. Oikeaan reunaan sijoitettavan kantotuolin kiinnike tulee n. 540 mm:n korkeudelle lattiasta, joka huomioitiin suunnittelussa siten, että kiinnike pystytään ruuvaamaan kiinni suoraan rungon perusrakenteeseen. Lisäksi rungon vasempaan reunaan hoitotilan puolelle lisättiin 6 mm lattarauta, johon kiinnitetään sivuovesta kulkua helpottava nousukahva. Lopuksi rungon vasemman reunan rakennetta vahvistettiin lisäämällä perusmateriaalia olevia putkia kuva 3.

Alkuvaiheen suunnittelussa eturungon materiaalina käytettiin mitoiltaan 20 x 30 x 2 mm:n suora-kaideputkea. Lopullisten suunnitelmien valmistuttua runko päätettiin valmistaa mitoiltaan 40 x 40 x 2 ohutseinäputkesta. Tehtävään mitoituksen vaihtoon vaikutti kokonaisrakenteen yhtenäistäminen, jolloin molempien runkojen syvyysmitaksi saatiin 40 mm. Suunnitteluna aikana rungon oikean reunan osalta mietittiin myös erilaisia ratkaisuja vaahtosammuttimen tarvitseman syvennyksen takia. Vaihtoehtoiset ratkaisut vaativat runkoputkien lyhentämistä ja lisäosien liittämistä runkoon mikä katsottiin tarpeettomaksi, koska pelkästään siirtämällä rungon reunaa vasemmalle pystyttiin saavuttamaan tarvittava tila ja tukevuus.

Osana rungon suunnittelua huomioitiin mahdollinen tarve kiinnittää klaffipenkki kantotuolin paikalle. Klaffipenkin kiinnitysreikien välinen mitta poikkesi kantotuolin kiinnikkeen mitoista, jolloin rungon putket eivät sopineet kiinnityspisteeksi. Ratkaisuksi mietittiin sopivan runkoputken tai levyrakenteen lisäämistä. Tarvittava kiinnike päädyttiin valmistamaan 6 mm levystä särmäämällä, koska runkoon ei haluttua käyttää mitoiltaan erikokoisia putkia. Levystä särmäty tuki hitsataan n. 430 mm. korkeudelle rungon alareunasta, jolloin penkki pystytään kiinnittämään sopivalle istumakorkeudelle.

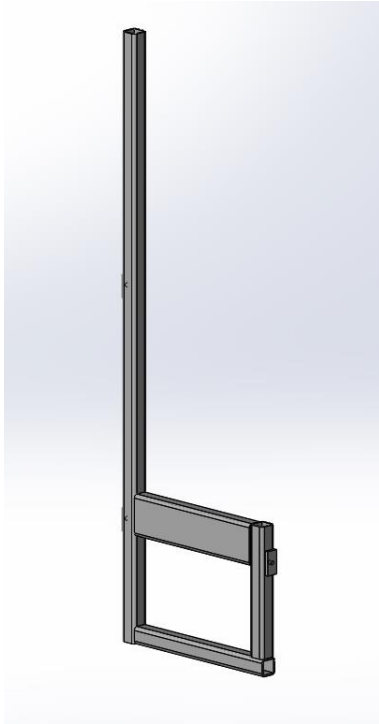


KUVA 3. Eturunko.

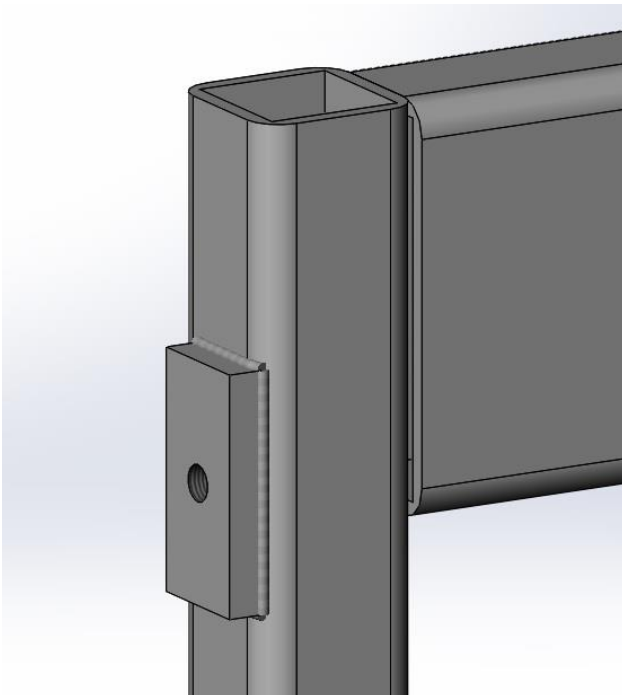
5.2.2 Takarunko

Takarungon tarkoituksena on toimia kiinnityspisteenä hoitajan klaffipenkille ja turvavyölle. Takarungon luonnostelu aloitettiin valitsemalla materiaaliksi 120 mm:n putki, joka sopii mitoiltaan klaffipenkin kiinnikkeisiin. Runkorakenteen muihin osiin valittiin käytettäväksi eturungon tavoin 40 x 40 mm:n ohutseinäputkea. Ohutseinäputkien valinnassa päädyttiin suurimpaan saatavilla olevaan 3 mm:n seinämävahvuuteen, jolla saadaan parhaat lujuusominaisuudet. Suunnittelu tehtiin huomioiden 450 mm:n korkeudelle lattiasta kiinnitettävä klaffipenkki. Penkkiä tukevan rakenneputken ympärille suunniteltiin mahdollisimman yksinkertainen tukirakenne kuva 4. Turvavyön kiinnitystä varten runkoon lisättiin 10 mm:n lattaraudasta vahvikkeet kuva 5, joihin voidaan tehdä tarvittavat kierteistetyt reiät. Direktiivin mukaan kiinnityspisteissä on oltava (7/16) 20 UNF 2B mukainen 11,11 mm:n kierre.

Ennen runkomateriaalien yhtenäistämispäätöstä materiaalina käytettiin 50 mm:stä rakenneputkea 5 mm. seinämävahvuudella. Alkuperäisestä materiaalista pystyttiin luopumaan, koska se oli ylimitoitettu lujuusominaisuuksiltaan ja aiheutti ylimääräistä painoa. Ennen lujuuslaskelmien tekoa pystyputken riittävän kestävyys varmistamiseksi suunniteltiin etu- ja takarunkojen yhdistämistä n. 1 000 mm:n korkeudelta joko putkella tai lattaraudalla. Idea ei kuitenkaan vaatinut toteuttamista riittävän lujuuden varmistuttua pelkällä perusrakenteella.



KUVA 4. Takarunko.



KUVA 5. Turvavyön kiinnityspiste.

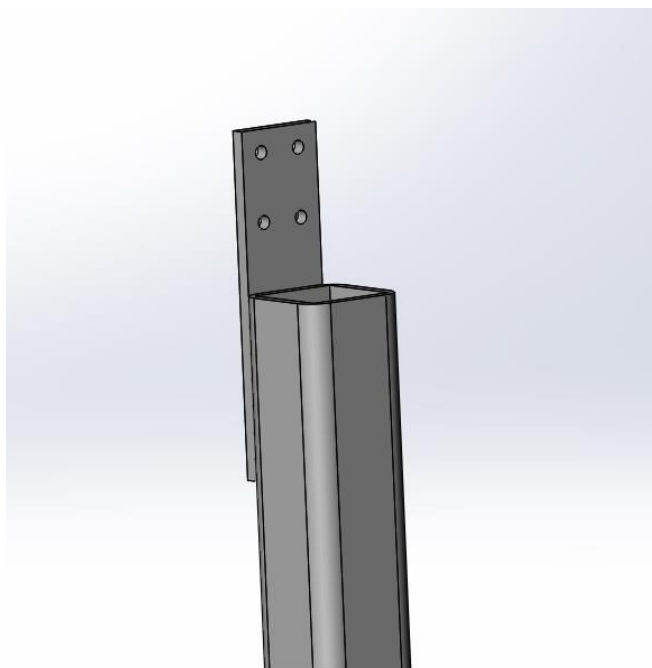
5.3 Kiinnitykset

Väliseinän etu- ja takarunkoon täytyi lisätä erillisiä kiinnikkeitä niiden yhdistämiseksi auton koriin. Kiinnikkeiden suunnittelussa pyrittiin helpottamaan asemointia ja saavuttamaan riittävä lujuus. Kiinnikkeiden materiaalina käytetään 6 mm:n teräslevyä, josta valmistetaan leikkeenä runkoon hitsattavat kiinnikkeet. Liitoksissa käytetään pääasiassa kuvan 6 mukaisia halkaisijaltaan 6 mm:n teräsnittejä.



KUVA 6. Teräsnitti (Valokuva Henry Blom 2014.)

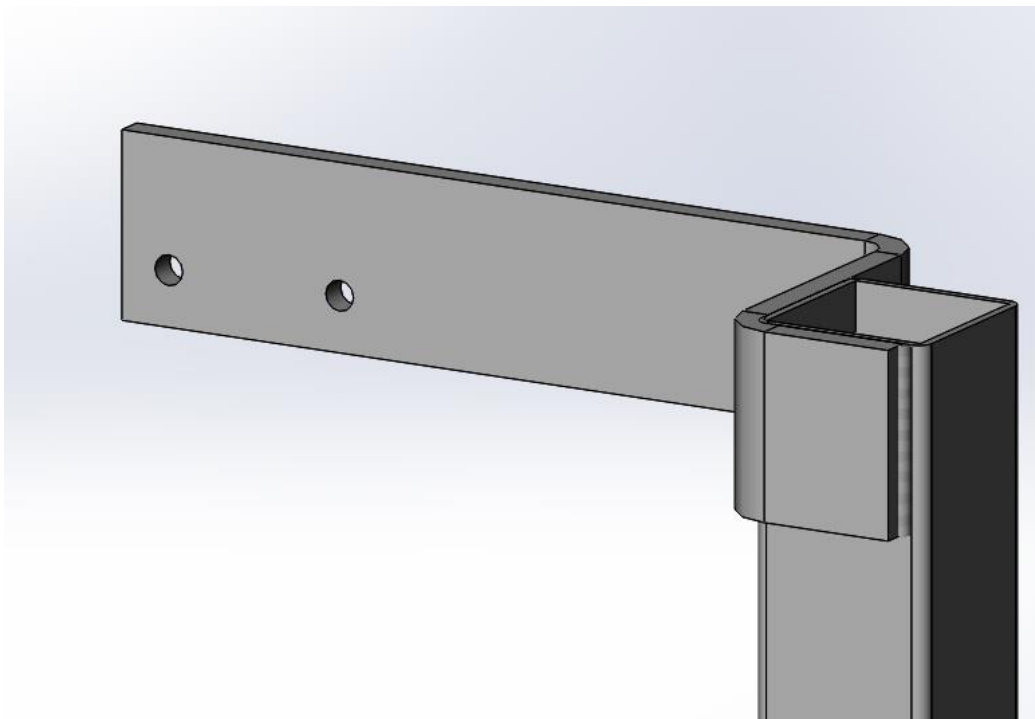
Kiinnikkeiden suunnittelussa oli huomioitava auton koriin tulevat rakenteet, kuten liukuovien kiskot, joiden kohdalle ei voida porata kiinnityksen vaatimia lisäreikiä. Osana kiinnikkeiden suunnittelua oli huomioitava myös auton eri rakenteiden kokoonpanojärjestys. Esimerkiksi takarungon yläpään kiinnike mitoitettiin runkoputken jatkeeksi kuvan 7 mukaisesti, jolloin sen asennus ei tarvitse lisätilaa leveys suunnassa runkoputkeen verrattuna. Yläpään kiinnitys tapahtuu neljällä niitillä auton koriin. Takarungon kiinnitetään lattiaan alaputken läpi kolmella 12 mm:n pultilla ja varmistetaan liimalla, jota levitetään lattiaa vasten tulevalle pinnalle. Kaikki kiinnityspisteet pyrittiin sijoittamaan siten, että asennuksessa on mahdollista käyttää auton rungossa valmiina olevia reikiä. Valmiiden reikien käyttö varmistaa rungon oikean asemoinnin asennusvaiheessa. Asemoinnin jälkeen voidaan runkoon porata tarvittavia lisäreikiä kiinnityksen kestävyuden varmistamiseksi.



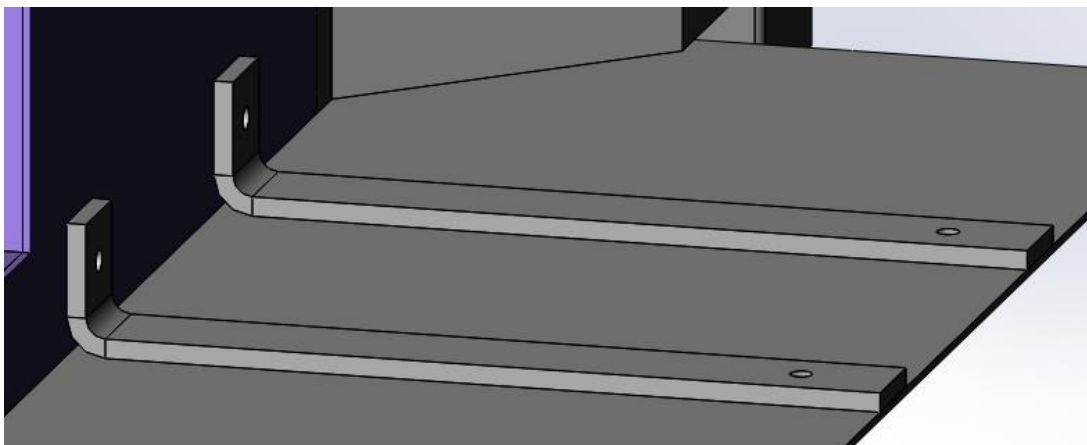
KUVA 7. Takarungon yläkiinnike.

Vaihtoehtoina eturungon kiinnityspisteiksi olivat hoitotilan sivuseinien kaaret, ohjaamon sivujen yläreunat ja katto. Parasta kiinnityspistettä valittaessa kriteereinä käytettiin tarvittavien muutosten määrää ja kiinnikkeiden yksinkertaisuutta. Kattoon tehtävä kiinnitys olisi vaatinut ylimääräisiä vahvikkeita kattokaarien välille, joihin mahdollinen pulttaus tai niittaus olisi voitu toteuttaa. Toisena vaihtoehtona olleet hoitotilan kaaret eivät sopineet kiinnityspisteeksi monesta syystä. Kaarien pinnat muodostuivat moneen suuntaan kaarevista pinnoista, jotka eivät tarjonneet tasaista ja tukevaa kiinnityspistettä. Poissulkemiseen vaikuttivat myös auton rungon puutteelliset 3D-mallit, joista ei selvinnyt sivuovien liukukiskojen tarkkaa sijoittumista mikä vaikeutti osaltaan suunnittelua. Kaikki autoon tehtävät muutokset täytyi suunnitella siten, että auton normaalien varusteiden toiminta ei vaarannu. Parhaaksi kiinnitysmahdollisuudeksi valikoitui ohjaamon yläreuna, josta löytyi tasaista pintaa ja niittauksen vaatimia reikiä. Tarvittavat kiinnikkeet (kuva 8) mallinnettiin suoraan kokoonpanoon, jossa väliseinän runko oli sijoitettu auton koriin.

Eturungon sijoituessa korokkeen päälle alusta ei mahdollista tarvittavaa lujuutta rungon kiinnityksille. Lähin tarpeeksi tukeva kiinnityspiste löytyi ohjaamon lattiasta, jossa oli valmiina kiinnitykseen sopivia reikiä. Aluksi rungon yhdistämiseksi lattiaan luonnosteltiin eturungon alaosaan nähden kohtisuorat 20 x 30 mm ohutseinäputket. Putkien käyttö havaittiin kuitenkin huonoksi vaihtoehdoksi, koska tällä ratkaisulla lattiaan olisi tullut turhaa korkeutta. Paremmaksi vaihtoehdoksi valittiin tukien valmistaminen 6 mm:n lattaraudasta, josta tehtiin neljä rungon sivulle niitattavaa tukea (kuva 9). Lopullisen suunnitelman mukaan eturunko kiinnitettiin yläreunasta ohjaamon yläreunaan teräsniiteillä ja pultattiin alhaalta kiinni ohjaamon lattiaan. Sekä ylä- ja alakiinnityspisteet pystytettiin sijoittamaan siten, että korin alkuperäisten reikien voidaan hyödyntämisen.

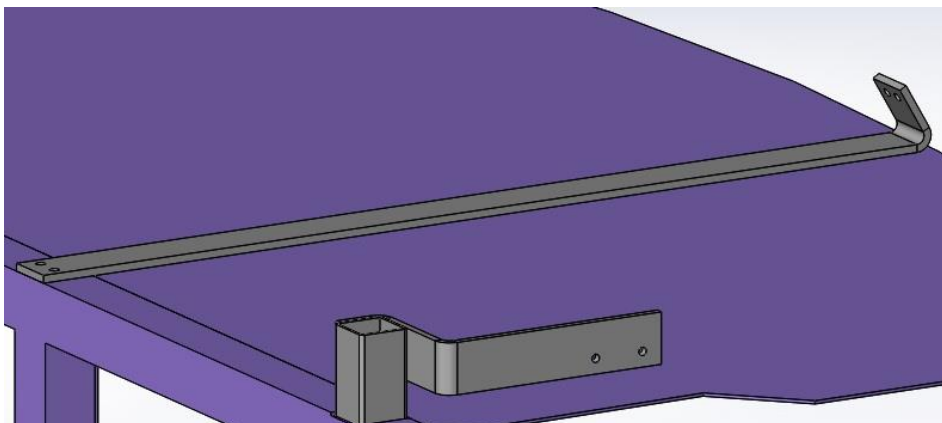


KUVA 8. Eturungon oikea yläkiinnike.



KUVA 9. Eturungon alakiinnikkeet.

Kiinnitysten riittävyys tarkastelussa päädyttiin eturungon keskelle lisäämään tuki, joka kiinnitettäisiin ohjaamoon tuulilasin yläpuolelle. Rungon leveys on n. 1 600 mm, joten pelkät sivukiinnitykset eivät varmistaneet rungolle tarvittavaa tukea. Vaihtoehtoina suunnittelussa käytettiin putkea ja latta-rautaa, joista valittiin jälkimmäinen. Valintaan vaikutti mahdollisuus valmistaa tuki yhdestä kappa-leesta sekä pienempi tilantarve korkeussuunnassa. Tuki suunniteltiin 6 mm lattaraudasta, joka sär-mätään katon kulman mukaiseksi (kuva 10). Kiinnitystä varten tuen kumpaankin päähän lisättiin 7 mm reiät.



KUVA 10. Eturungon ylätuki.

5.4 Lujuustarkastelu

Direktiivin mukaan autoon asennettavat lisäistuimet ja niiden turvalaitteet on testattava riittävän kestävyysvarmistamiseksi. Tulevan rasiustestin simuloimiseksi penkin kiinnitysalustana toimivalle takarungolle tehtiin FE-analyysi SolidWorksin simulation-työkalulla. Käytetty ohjelma ei mahdollistanut analyysin tekoa kokoonpanolle, minkä vuoksi rakenne mallinnettiin yhdeksi kappaleeksi. Analyysin tarkoituksena oli varmistaa suunnitellun rakenteen kestävyys valitun materiaalin ja geometrian osalta, minkä takia putkien välisiä hitsausliitoksia ei otettu huomioon.

Analyysin aluksi takarungolle asetettiin kiinnitystenmukaiset reunaehdot, jotka pitävät rungon paikoillaan. Reunaehtona käytettiin fixed geometry toimintoa, mikä on esitetty vihreällä kuvassa 11. Testin aikana runkoon kohdistuvien voimien oikean suunnan määrittämiseksi 3D-malliin lisättiin voimien suuntaiset sketsit. Kiinnityspisteisiin kohdistuvat voimat määritettiin tehtyjen sketsien suuntaiseksi kuva 11. Testissä käytettävä kokonaisvoima laskettiin kaavalla 1,

$$F = [450 \text{ kg} + 6.6 \times (m_{\text{penkki}} + m_{\text{penkinrunko}})] \times g \quad (1)$$

missä,

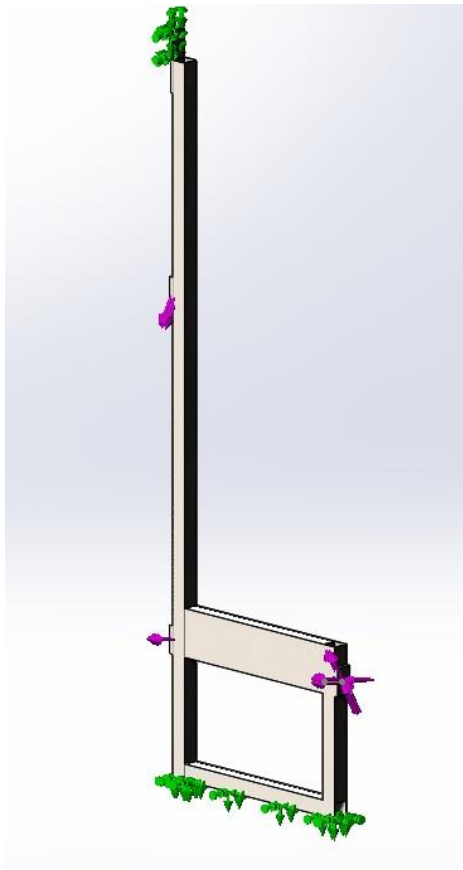
m_{penkki} on 5 kg;

$m_{\text{penkinrunko}}$ 11,4 kg;

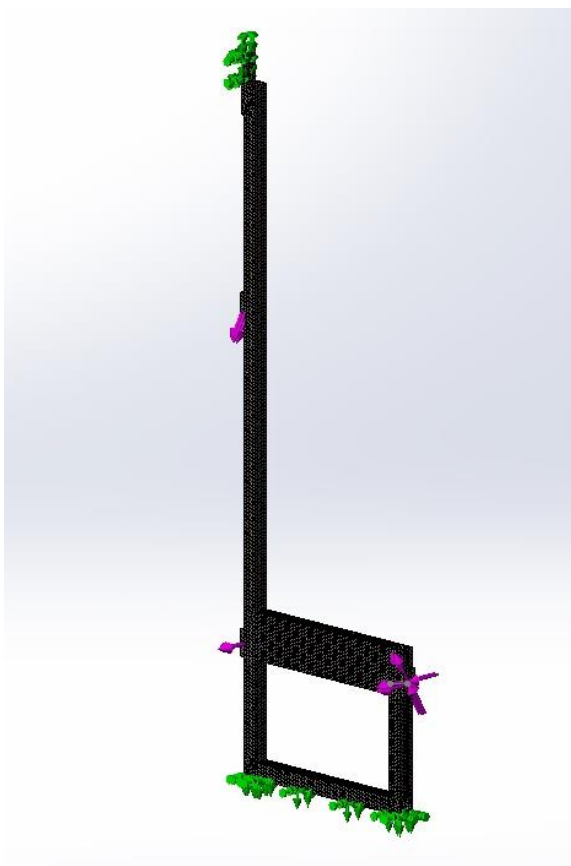
g on 9,81 m/s².

Käytettäväksi kokonaisvoimaksi saatiin n. 5480 N. Saatu voima kohdistettiin kumpaankin vartalon ylittävään lenkkiin, jolloin runkoon kohdistuva kokonaisvoima on n. 10100 N. Yhteen lenkkiin kohdistuva voima jaettiin tasan kummankin pään kiinnityspisteen välille, jolloin lenkin päihin kohdistui 2740

N voima. Ennen laskennan aloittamista koko takarungolle tehtiin tasainen verkotus, jonka koko oli 15 mm x 0,75 mm kuva 12.

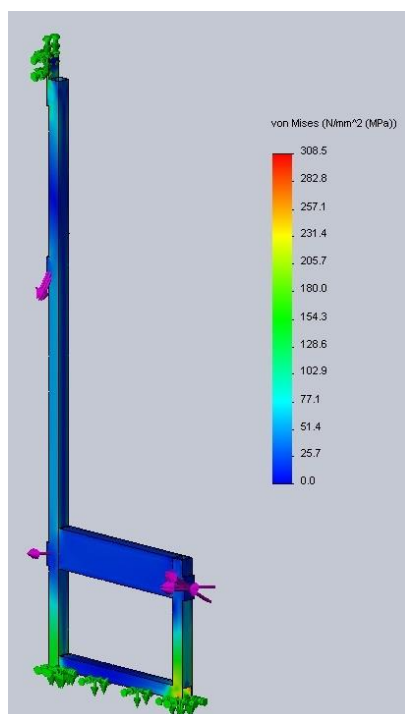


KUVA 11. Runkoon kohdistuvat voimat ja tuennat.

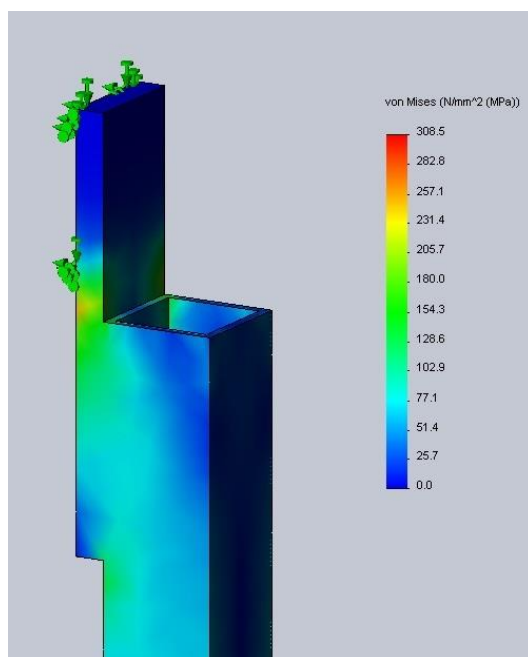


KUVA 12. Verkotus.

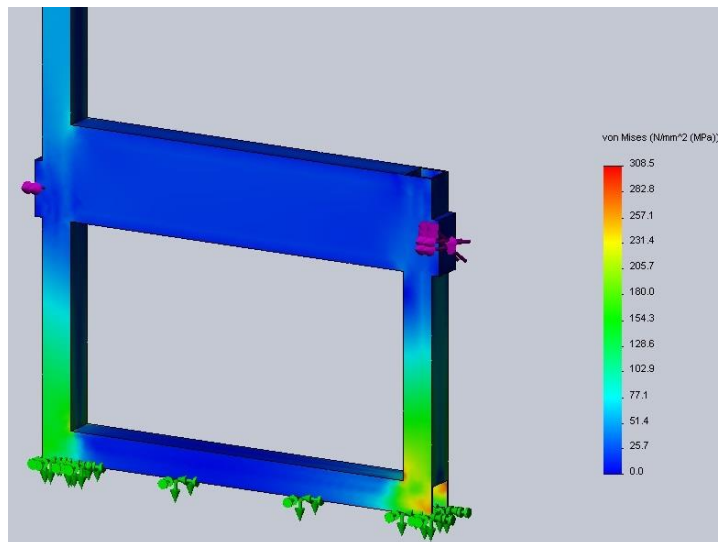
Laskennan tuloksena saatiin rakenteeseen kohdistuvat rasitukset kuva 13, jotka ovat suuruudeltaan pääosin alle 150 MPa. Suurimmat rasitukset ovat n. 300 MPa, jotka kohdistuivat rungon ylä- ja alapään kuva 14 ja 15. Saatut tulokset olivat selvästi alle käytettävän materiaalin myötö- ja murtorajan. Form 370 ohutseinäputken myötö- ja murtorajat ovat nähtävissä kuvioissa 2 ja 3, joissa D/T on ulkohalkaisijan suhde seinämävahvuuteen. Käytetyn 40 mm x 40 mm x 3 mm materiaalin kohdalla suhdeluku on 13,3, jolloin myötärajaksi saadaan n. 470 MPa ja murtorajaksi n. 540 MPa. Saatujen tulosten perusteella rakenne todettiin kestäväksi, jolloin sitä pystytään käyttämään suunnitellulla tavalla penkin kiinnityspisteenä. Laskenta tehtiin myös ohuemmalla 2 mm seinämävahvuudella, jolla tutkittiin ohuemman materiaalin käyttömahdollisuutta. Laskennan perusteella saatujen tulosten mukaan suurimmat jännitykset nousivat kuitenkin liian lähelle materiaalin myötörajaa, eikä rakenteelle voitu antaa riittävää varmuutta kestävydestä.



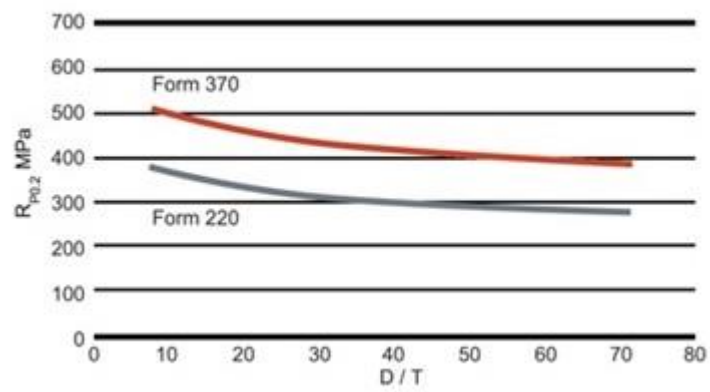
KUVA 13. Rungon kokonaisrasitukset.



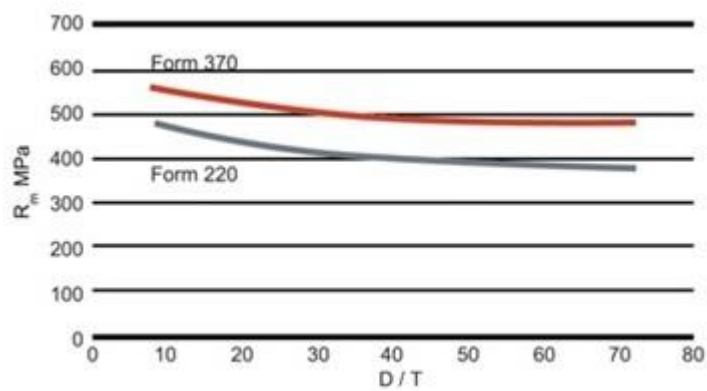
KUVA 14. Yläosan rasitukset.



KUVA 15. Alaosan rasitukset.



KUVIO 2. Myötölujuuden keskiarvo (Ruukki.)

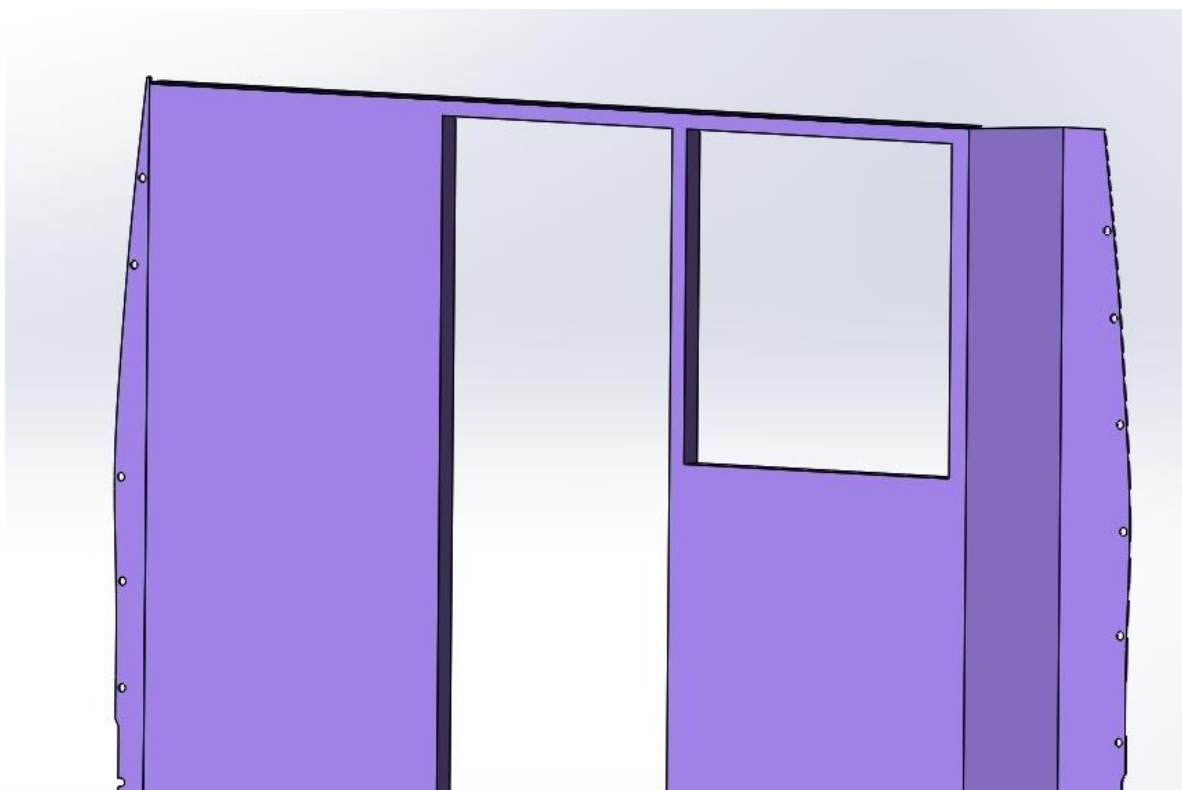


KUVIO 3. Murtolujuuden keskiarvo (Ruukki.)

Suunnitelmien mukaisten pultti- ja niittikiinnitysten kestävyysvarmistamiseksi laskettiin niihin ra-
situstestissä kohdistuvat leikkausjännitykset. Laskenta tehtiin liitteen 2 mukaisesti, missä runkoon
kohdistuvat voimat huomioitiin kohtisuorana. Lasketut leikkausjännityksen arvot τ_{pultti} ja τ_{niitti} olivat
selvästi alle sallitun leikkausjännityskestävyyden, joten kiinnitysten kestävyys varmistui. Lisälujuutta
kiinnityksille saadaan myös kokoonpanossa käytettävästä liimasta, jota ei huomioitu laskennassa.

5.5 Verhoilu

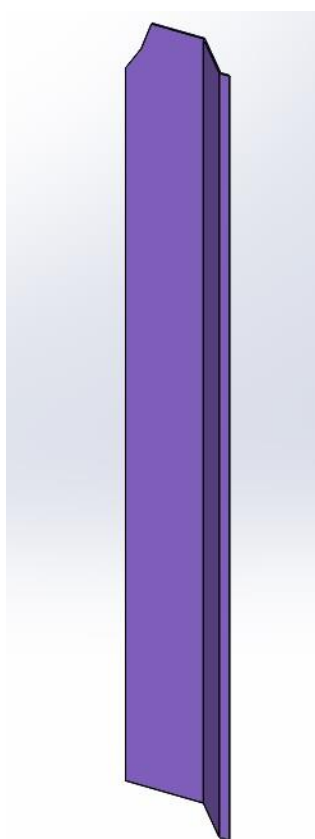
Molemmiin puolin rungon päälle suunniteltiin lasikuidusta valmistettavat seinäpinnat, jotka peittävät
runkorakenteet ja seinän sisällä kulkevat johdotukset. Pintamateriaaliksi valittiin lasikuitu, koska siitä
pystytään valmistamaan muotin avulla monia muotoja sisältäviä kappaleita. Muita valintaa tukevia
ominaisuuksia ovat pinnan helppo puhtaanapito, keveys ja tukevuus. Pintojen suunnittelu aloitettiin
mallintamalla rungon päälle sen kokoa mukaileva 2,5 mm tasainen pinta. Pintaan mallinnettiin aukot
ovelle ja ikkunalle rungon suunnittelussa tehtyjen mitoitusperusteella. Väliseinän sivujen pintoja
jouduttiin viistämään kohti auton keulaa (kuva 16), koska kokoonpano sijoittuu hoitotilan sivuovien
etureunan takapuolelle. Viisteet vedettiin siten, että seinäpinnan reuna saatiin alkuperäisen välisei-
nän kiinnityspisteiden kohdalle. Vaatimusten perusteella ikkunasta tuli suunnitella mahdollisimman
suuri hyvän näkyvyyden takaamiseksi. Rungon suunnitteluvaiheessa rajattua pinta-alaa olisi pystytty
kasvattamaan jatkamalla ikkunaa seinän viistolle osuudelle. Ikkunan suurentaminen olisi vaatinut
samalla muutoksia runkorakenteeseen, jotka olisivat estäneet suorien linjojen käytön. Ikkunan pin-
ta-alan kasvattamisesta päätettiin luopua, koska muutokset olisivat olleet liian suuria saatavaan hyö-
tyyn nähden.



KUVA 16. Hoitotilan seinäpinta.

Seinäpinta kiinnitetään auton runkoon niittaamalla. Seinäpinnan kiinnitysreiät saatiin mallinnettua oikeille kohdille kopioimalla ne alkuperäisen väliseinän 3D-mallista. Valmiina olevia reikiä pystytään hyödyntämään kokoonpanovaiheen asemoinnissa. Runkorakenteen peittämiseksi seinässä olevien aukkojen kohdalle tehtiin hoitotilan puoleiseen seinäpintaan 30 mm reunukset 90°:n kulmaan. Ohjaamon puoleinen seinäpinta saatiin kopioimalla se hoitotilanpuoleisesta ja poistamalla rungon peittävät reunukset ja sivujen viisteet.

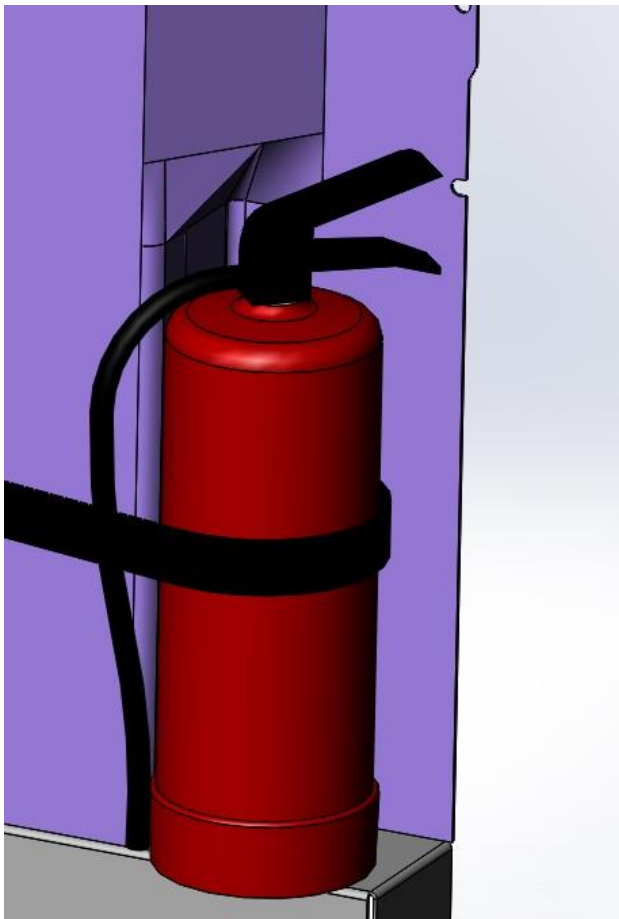
Alkuperäisen suunnitelman mukaan seinäpinnat oli tarkoitus toteuttaa kaksiosaisena. Muutostöiden yhteydessä autoon asennetaan monia sähkölaitteita, joiden johtosarjojen siistiin asentamiseen vaaditaan tilaa. Suunnitelmien edetessä ja koko auton rakenteen hahmottuessa selvisi että väliseinän sisälle olisi varattava tilaa johdotuksille. Johdotukset sijoittuvat auton vasempaan laitaan, josta ne pysytään vetämään siististi hoitotilan yläkaapiston taakse. Tilan aikaansaamiseksi ohjaamon seinäpinnan vasemmasta reunasta poistettiin n. 300 mm:n kappale. Poistetun pinnan tilalle suunniteltiin lasikuidusta rungon peittävä kotelo (kuva 17), joka jättää seinän sisään vaadittavan asennustilan. Rungon päälle asennettava kotelo mahdollistaa sähköjen asennuksen myöhemmässä vaiheessa, kun väliseinä on jo täydellisesti kokoonpantunut. Myöhemmässä käyttövaiheessa kotelo helpottaa huollettavuutta ja mahdollisia lisäasennuksia.



KUVA 17. Johtokotelo.

Vaatimusten mukaan auton varusteisiin kuuluu 6 kg:n vaahtosammutin, joka täytyi sijoittaa mahdollisimman helposti saatavaan paikkaan. Haasteita sijoitukseen asettivat käytettävissä oleva tila sammuttimen suhteellisen suuren koon takia. Suunnitteluvaiheessa sammuttimen asennuspaikaksi vaihtoehtoina olivat väliseinän oikeareuna ja ohjaamon lattia apukuljettajan penkin takana. Suunnitteluvaiheen edetessä sammutin päädyttiin asentamaan väliseinän vasempaan reunaan, mikä parantaa sammuttimen nopeaa saatavuutta käyttötilanteessa. Ongelmaksi ohjaamon lattian kannalta muodostuivat myös lämmityslaitteet, jotka vaativat oman tilansa tällä kohtaa.

Seinän oikeaan reunaan asennettavaa sammutinta varten seinäpintaan täytyi tehdä syvennys (kuva 18). Syvennyksen suunnittelussa sammutin pyrittiin sijoittamaan mahdollisimman vähän sivuovesta kulkua rajoittavaksi. Haasteita sammuttimen sijoittamiseen muodostivat kahvan muotoilu ja sisätilojen rajallinen leveys, joista suurin osa oli varattu oviaukolle ja kantotuolille. Sammuttimen tilantarpeen vuoksi jouduttiin oviaukon levyttä kaventamaan alkuperäisestä 50 mm, jolloin kantotuolin kiinnikettä rungon tukirakenteineen pystyttiin siirtämään auton sivuttaissuunnassa vasemmalle. Sammuttimen kiinnitykseen käytetään hihnaa, joka pystytään kiinnittämään väliseinän runkoon.



KUVA 18. Sammuttimen syvennys.

Ohjaamon päälle jäävää tyhjää tilaa pystyttiin hyödyntämään lisäämällä hylly, johon voidaan sijoittaa ambulanssin varusteisiin kuuluva ilmapatja. Hyllyn suunniteltiin alustavasti osana tätä työtä. Hyllyn erottamiseksi ohjaamosta lisättiin ohjaamon puoleisen seinäpinnan yläosaan 90° kulmaan suora pinta. Pintaa jatkettiin kohti auton etuosaa ja rajattiin muodot alkuperäisen kattoverhoilun mukaan. Hyllyn sisämuotojen rajaamiseksi täytyy suunnitellun pinnan päälle lisätä erillinen kotelo, joka peittää alleen myös runkoa tukevan keskituen. Kotelo on tarkoitus suunnitella myöhemmin auton valmistuksen yhteydessä eikä näin ollen kuulu tähän työhön.

5.6 Lämmitys

Auton alkuperäisen käyttötarkoituksen mukaan takatilaan ei ole suunniteltu omaa lämmitysjärjestelmää. Uuden käyttötarkoituksen myötä myös takatilassa matkustaa henkilöitä, jolloin käyttömukavuuden varmistamiseksi täytyi lisätä erillinen lämmityslaitte.

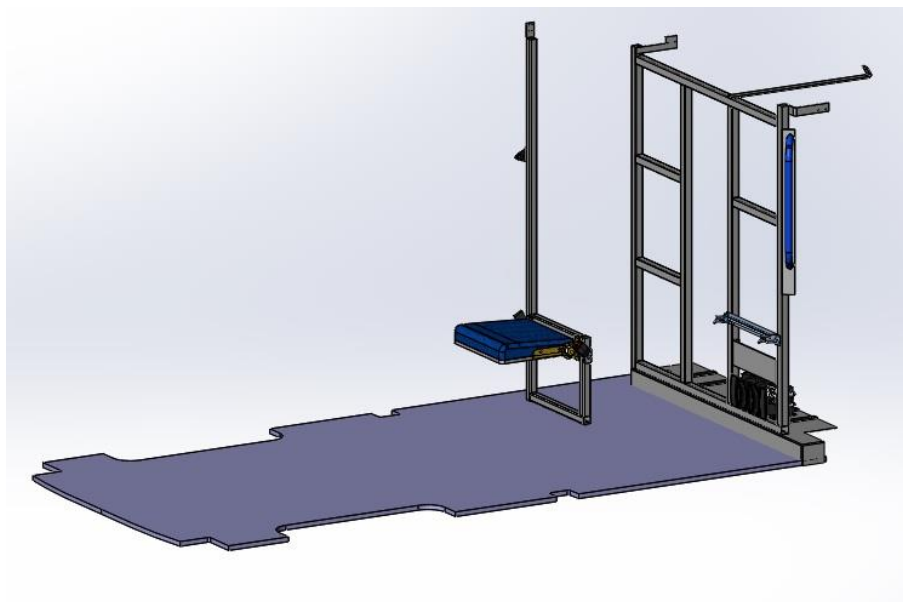
Ajonaikaista lämmitystä varten autoon asennetaan kuvan 20 mukainen Silencio 2 -vesilämmitin, joka sijoitetaan apukuljettajan penkin taakse lattialle. Esteettömän ilmankierron varmistamiseksi täytyi laitteen paikanvalinnassa huomioida kantotuolin sijoittuminen seinän vastakkaiselle puolelle. Autoon tehtävät muutostyöt eivät saa myöskään estää ohjaamon penkkien säätöjä. Tarvittavan ilmankierron aikaansaamiseksi lisättiin seinän lasikuitupintoihin lämmittimen kokoinen aukko. Lämmitin kiinnitetään hoitotilan puolelle tulevan ritilän kiinnitysruuveilla, joilla lämmitin puristuu seinää vasten. Lisäksi autoon asennetaan Defan sisätilanlämmitin, jolla auto pidetään lämpimänä sen ollessa roikassa. Suunnitelman mukaan lämmitin asennetaan vesilämmittimen yläpuolelle ohjaamoon.



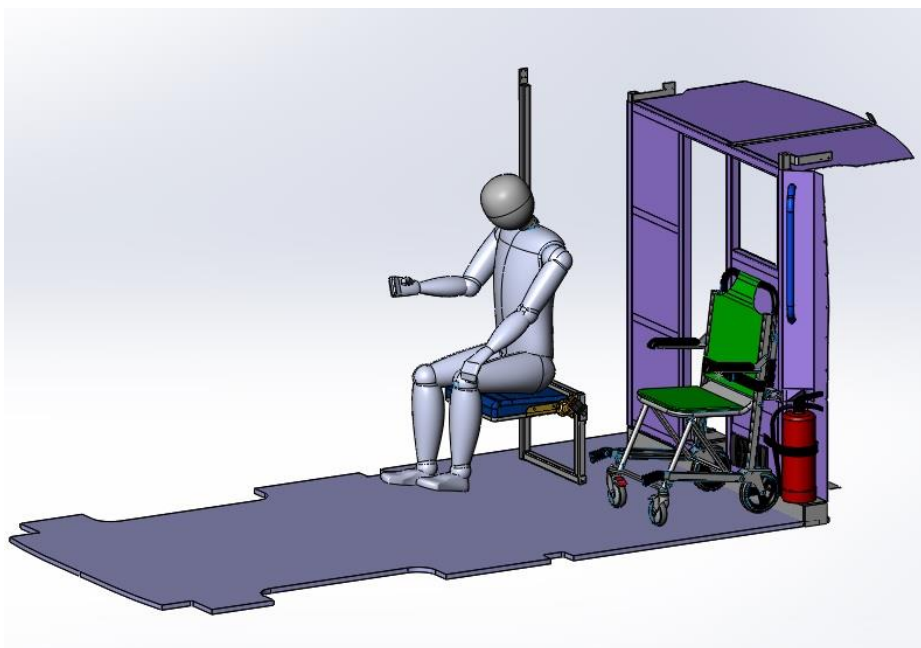
KUVA 19. Silencio 2 vesilämmitin.

5.7 Viimeistely

Suunnitelmien valmistuttua tehdyt rakenteet tarkastettiin yhteensopivuuden ja vaatimusten kannalta. Tarkasteluun käytettiin mm. mallinnusohjelman törmäystarkastelua, jolla voitiin havaita kappaleiden päällekkäisyyksiä. Lopullisen rakenteen varmistuttua (kuvat 21 ja 22) valmistettavista teräsosista tehtiin tarvittavat valmistus- ja kokoonpanopiirustukset (liitteet 3 – 5).



KUVA 20. Väliseinän 3D-malli ilman seinäpintoja ja varusteita.



KUVA 21. Väliseinän lopullinen 3D-malli.

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ambulanssin väliseinä, jota pystyttäisiin hyödyntämään J5L-Production Oy:n tuotannossa. Aluksi tutustuttiin saatavilla olevaan tietoon vanhoista ambulansseista, minkä jälkeen esiteltiin vaatimukset ja perehdyttiin standardeihin ja direktiiveihin, jotka täytyi huomioida väliseinän suunnittelussa. Seuraavaksi tehtiin luonnoksia ja valittiin materiaaleja joiden perusteella päädyttiin seinän lopulliseen rakenneratkaisuun. Lopuksi penkin kiinnityspisteenä toimivalle takarungolle tehtiin lujuustarkastelu ja piirrettiin tarvittavat valmistuspiirustukset.

Lopputuloksena saatiin suunniteltua väliseinä, joka täyttää työlle asetetut vaatimukset. Tehdyt 3D-mallit ja piirustukset luovutettiin J5L-Production Oy:n käyttöön. Suunnitelman tuloksena saatua rakennetta pystytään käyttämään ambulanssin valmistuksessa. Tehtyihin ratkaisuihin tullaan kuitenkin tekemään joitain muutoksia, kokonaisprojektin keskeneräisyydestä takia. Muutokset kohdistuvat pääasiassa johtokouruun ja hyllyyn, joihin liittyvistä rajapinnoista ei saatu tarkkaa tietoa aikataulun puitteissa.

LÄHTEET

AUTOMOTIVE INDUSTRY STANDARD AIS-015/2000. Saatavissa:
http://www.acma.in/docmgr/AISC_Standards/AIS_015.pdf

HELAKORPI, Seppo 2012. Ammatillisen opettajakorkeakoulun materiaali [verkkojulkaisu]. Hämeenlinna. [viitattu 2014-04-04] Saatavissa: <http://openetti.aokk.hamk.fi/seppoh/web4/Laatu.htm>

HIETIKKO, E. 2008. Tuotekehitystoiminta. Savonia-ammattikorkeakoulun julkaisusarja B 2/2008. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulun kuntayhtymä.

NEUVOSTON DIREKTIIVI 76/115/ETY. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti 1976.


RUUKKI. Form ohutseinäputken ominaisuudet [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-04-04]. Saatavissa: <http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Terastuotteet/Ohutseinäputket-EN-10305-standardin-mukaan/Nelionmuotoiset-ohutseinäputket/Nelionmuotoiset-Form-220--ja-370-ohutseinäputket>

SFS-EN 1789 + A1 2010. Lääkinnälliset ajoneuvot laitteineen. Ambulanssit. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry

TRAFI 2013. Ajoneuvoluokat [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-03-22]. Saatavissa: <http://www.trafi.fi/tieliikenne/katsastukset/ajoneuvoluokat#pelastusauto>

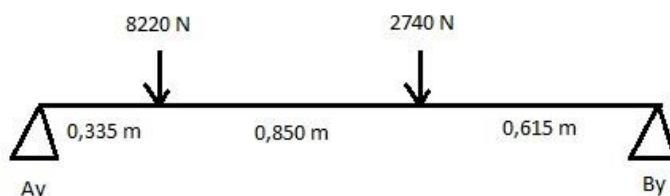
WEMBERG, Antti, SARKOMAA, Pertti, VAINIKKA, Seppo, ja SARKOMAA, Juha-Pekka 2001. Tuotekehitysluennot osa 1. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu.

LIITE 1: VAATIMUSLUETTELO

| | |
|--|---|
|  SAVONIA | VAATIMUSLUETTELO Sivu 1(1) Päiväys: 10.12.2013 Laatinut: Henry Blom |
| Projektin nimi: Ambulanssin väliseinän suunnittelu | Tavoitteena on suunnitella ambulanssin väliseinä, joka sopii uuteen alustana toimivaan koriin. |

| Muut. | K/V/T | Kehitettävän tuotteen tulee täyttää seuraavat vaatimukset: | Vastaava |
|-------|-----------------------------|--|----------|
| | K V T | Kiinteä vaatimus: Vaatimuksen tulee toteutua kaikissa tilanteissa Vähimmäisvaatimus: Vaatimuksella on raja-arvo, joka on saavutettava ja jonka ylittäminen tai alittaminen on toivottavaa Toivomus: Tarve, joka otetaan huomioon mahdollisuuksien mukaan | |
| | K | Penkin kiinnitysalustana toimivan rakenteen kestävä testauksessa käytettävät voimat n. 1000 kg. | |
| | K | Kiinnityspisteet kaikille vaadittaville varusteille ja laitteille: sammutin, lämmitin, hoitajanpenkki ja kantotuoli. | |
| | V | Kiinnitysten kohdistus auton korin alkuperäisiin reikiin. | |
| | V | Helppo asennettavuus: mahdollisuus asentaa osia toisistaan riippumattomissa työvaiheissa. | |
| | T | Samaa väliseinää voidaan käyttää eri korimalleissa (etu- ja takaveto). | |
| | T | Ikkunan pinta-ala suunnitellaan mahdollisimman suureksi. | |

LIITE 2: LEIKKAUSJÄNNITYSTEN LASKEMINEN



Kuva 1. Takarungon vapaakappaleku-

Lasketaan ala- ja yläkiinnityspisteen tukivoimat:

$$F_y = A_y - 8220 \text{ N} - 2740 \text{ N} + B_y = 0$$

$$M_a = 0,335 \text{ m} \times (-8220 \text{ N}) + 1,185 \text{ m} \times (-2740 \text{ N}) + 1,8 \text{ m} \times B_y = 0$$

Ratkaistaan B_y alemmasta yhtälöstä:

$$B_y = 6000,6 \text{ Nm} / 1,8 \text{ m}$$

$$B_y = 3333,7 \text{ N}$$

Sijoitetaan B_y ylempään yhtälöön:

$$F_y = A_y - 8220 \text{ N} - 2740 \text{ N} + 3333,7 \text{ N} = 0$$

$$A_y = 7626,3 \text{ N}$$

Jaetaan alakiinnityspisteen tukivoima kolmelle kiinnityspultille ja yläkiinnityspisteen tukivoima neljälle niitille:

$$7626,3 \text{ N} / 3 = 2542,1 \text{ N}$$

$$3333,7 \text{ N} / 4 = 833,5 \text{ N}$$

Lasketaan yhteen 12 mm pulttiin ja 6 mm niittiin kohdistuva leikkausjännitys:

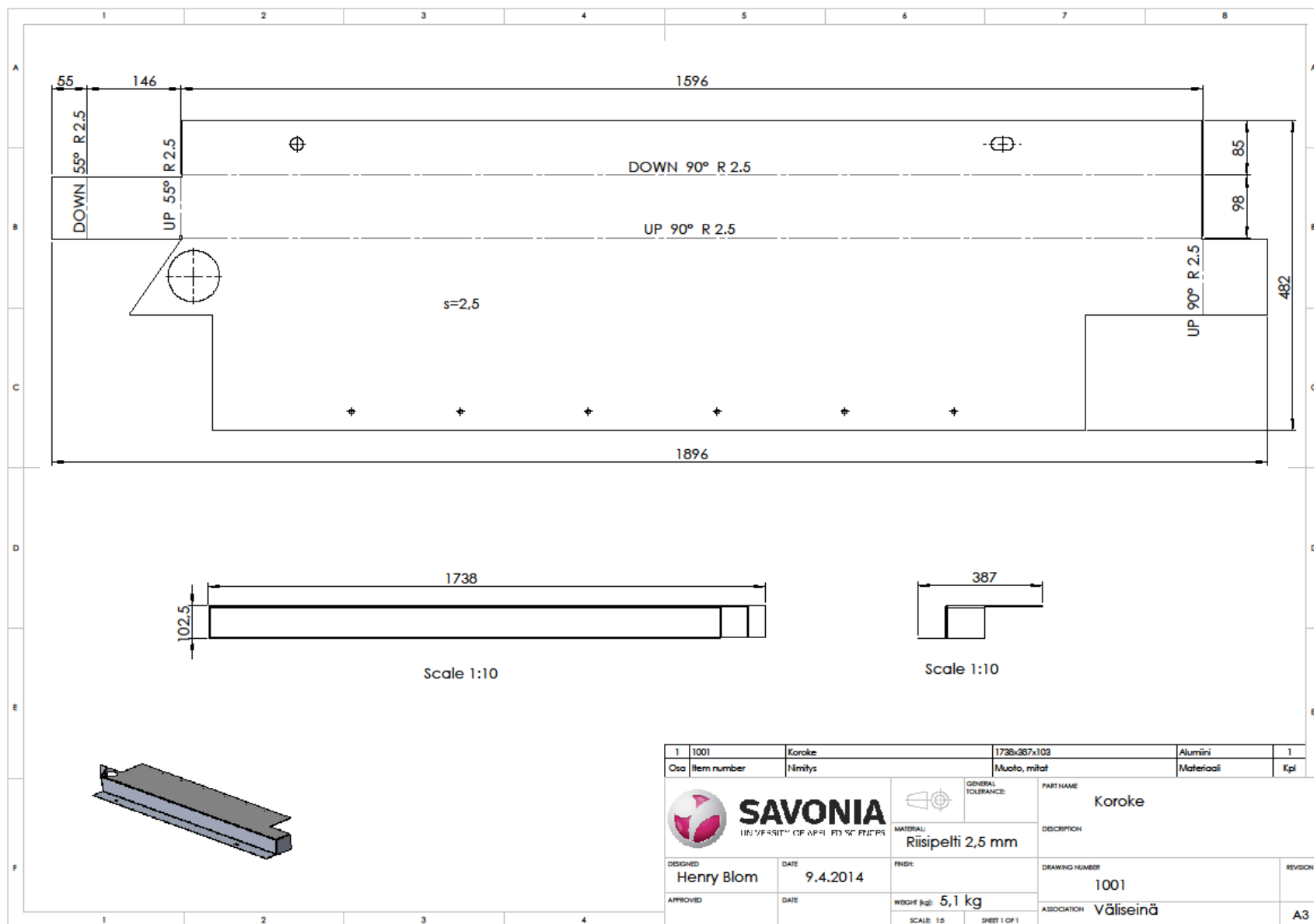
$$A_{\text{pultti}} = \pi r^2 = \pi \times 6^2 \text{ mm}^2 = 113,1 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{\text{pultti}} = F / A = 2542,1 \text{ N} / 113,1 \text{ mm}^2 = 22,5 \text{ N/mm}^2$$

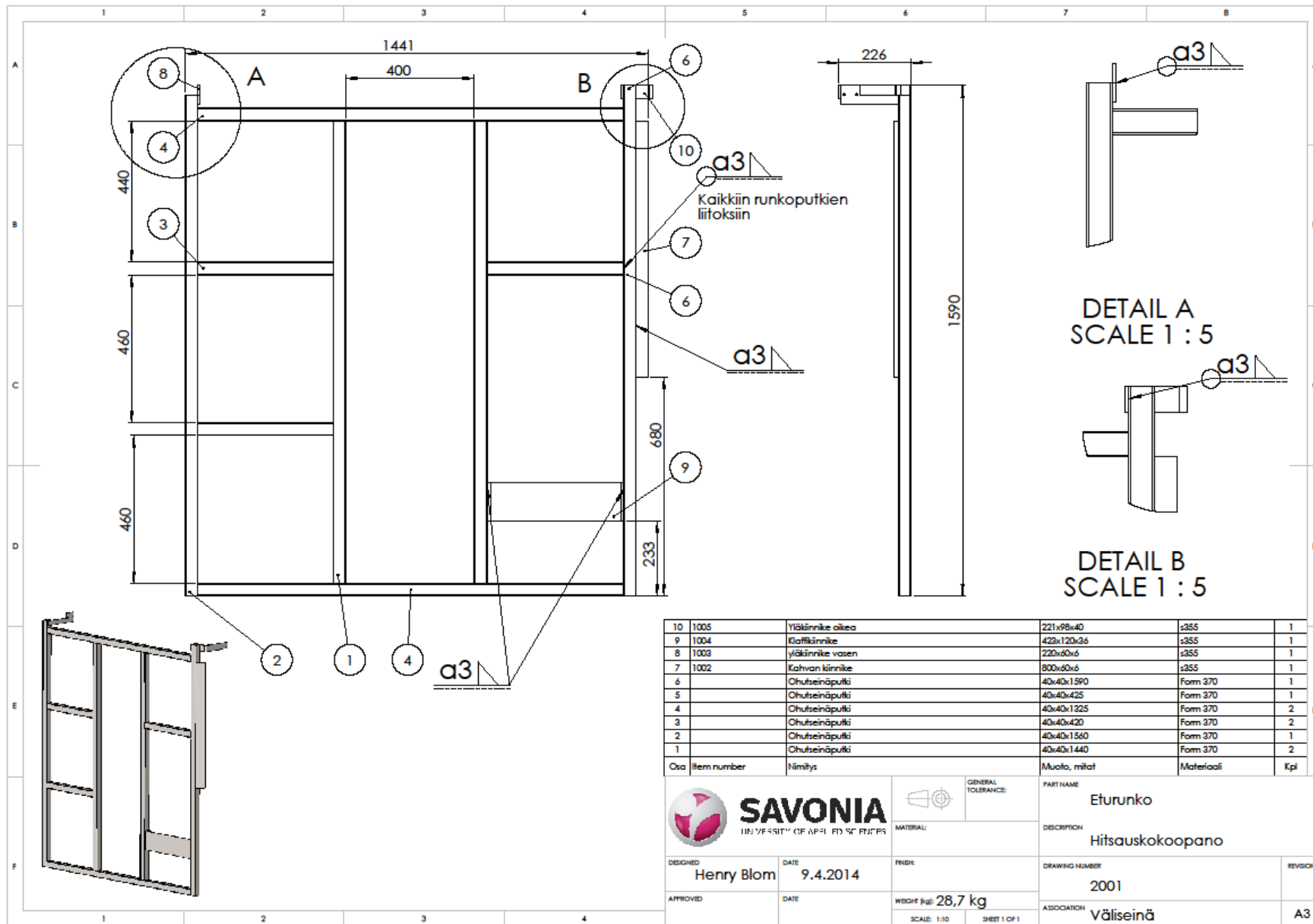
$$A_{\text{niitti}} = \pi r^2 = \pi \times 3^2 \text{ mm}^2 = 28,3 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{\text{niitti}} = F / A = 833,5 \text{ N} / 28,3 \text{ mm}^2 = 29,5 \text{ N/mm}^2$$

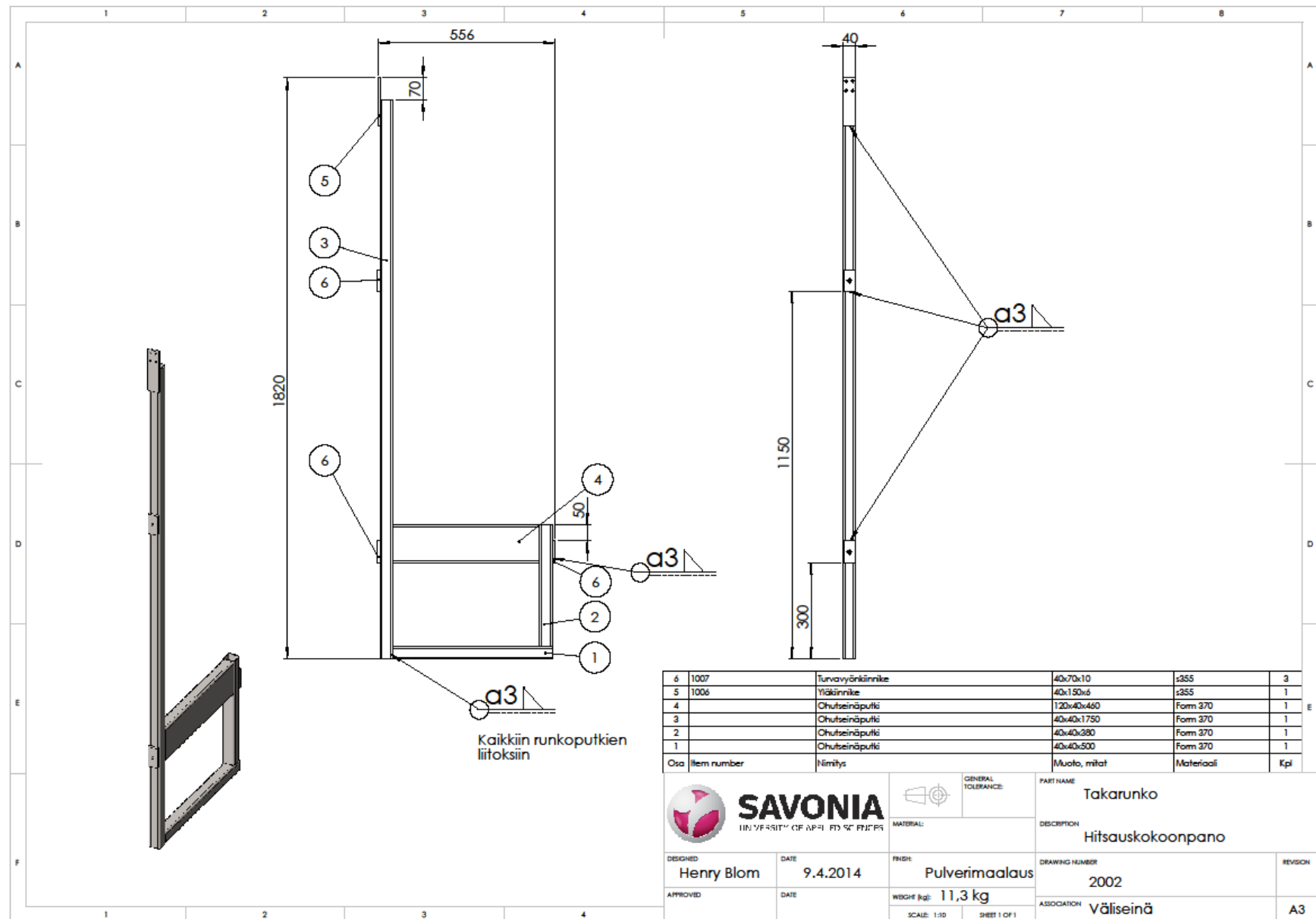
LIITE 3: KOROKKEEN VALMISTUSPIIRUSTUS



LIITE 4: ETURUNGON HITSAUSKOKKOONPANO



LIITE 5: TAKARUNGON HITSAUSKOKKOONPANO



No part of this document may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in database, without written permission of owner.